

(12) NACH DEM VERFAHREN ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. März 2004 (18.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/022952 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F02D 41/02**,  
F01N 3/08, 11/00

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ODENDALL, Bodo  
[DE/DE]; Am Grünen Bug 200, 86633 Neuburg (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/009845

(22) Internationales Anmeldedatum:  
5. September 2003 (05.09.2003)

(74) Anwalt: MADER, Wilfried; Audi AG, Abt. N/EK-7,  
85045 Ingolstadt (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,  
RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

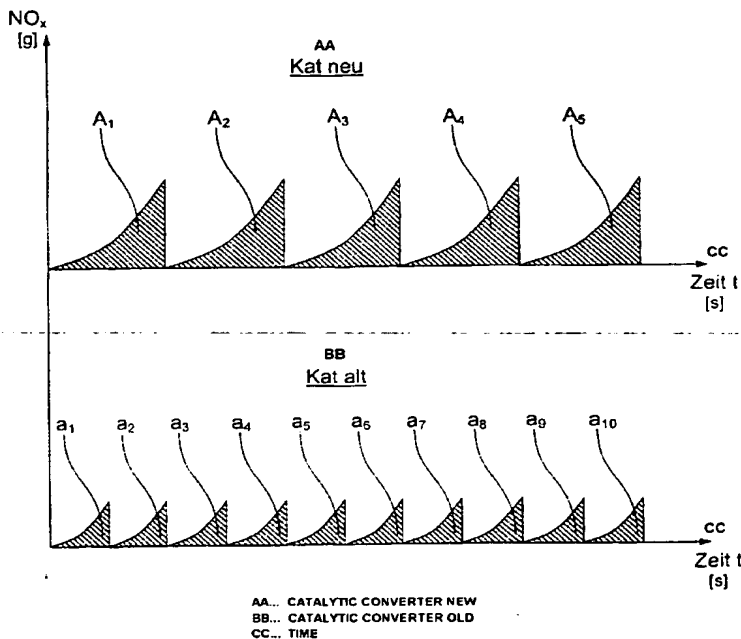
(30) Angaben zur Priorität:  
102 41 500.5 7. September 2002 (07.09.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): AUDI AG [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A NITROGEN OXIDE STORAGE-TYPE CATALYTIC CONVERTER OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, PARTICULARLY OF A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES STICKOXID-SPEICHERKATALYSATORS EINER BRENNKRAFTMASCHINE INSBESONDERE EINES KRAFTFAHRZEUGES



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a nitrogen oxide storage-type catalytic converter of an internal combustion engine, particularly of a motor vehicle, according to which nitrogen oxides produced by the internal combustion engine are stored for a specified storage time inside the storage-type catalytic converter during a lean phase that is denoted as a storage phase, and once the storage time elapses, a discharge phase is switched to at a specified switch-over instant for a specified discharge time. The switch-over instant in the storage phase is, each time with regard to the storage time, determined according to a nitrogen oxide leakage serving as the difference between the nitrogen oxide mass flow flowing into the storage-type catalytic converter and the nitrogen oxide mass flow flowing out of the nitrogen oxide storage-type catalytic converter. According to the invention, a relative nitrogen oxide leakage is determined in order to establish the switch-over instant from the storage phase to the discharge phase, whereby the nitrogen oxide mass flow upstream from the storage-type catalytic converter and the nitrogen oxide mass

flow downstream from the storage-type catalytic converter are integrated each time over the duration of a lean phase, and the quotient of the integral values are relatively correlated with a predeterminable nitrogen oxide degree of conversion, which can be derived from an exhaust gas limit value, whereby in the existence of this predetermined switch-over condition, the switch-over from the storage phase to the discharge phase is effected at the switch-over instant.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/022952 A1



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN,

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht  
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Verfahren zum Betreiben eines Stickoxid-Speicherkatalysators einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeuges, bei dem von der Brennkraftmaschine erzeugte Stickoxide in Magerphase als Einspeicherphase für eine bestimmte Einspeicherzeit in den Speicherkatalysator eingespeichert werden, und bei dem nach Ablauf der Einspeicherzeit zu einem bestimmten Umschaltzeitpunkt für eine bestimmte Entladezeit auf eine Entladungsphase umgeschaltet wird, wobei der Umschaltzeitpunkt in der Einspeicherphase in Abhängigkeit von einem Stickoxid-Schlupf als Differenz zwischen dem in den Speicherkatalysator eingeströmten Stickoxid-Massenstrom und dem aus dem Stickoxid-Speicherkatalysator ausgeströmten Stickoxid-Massenstrom jeweils bezogen auf die Einspeicherzeit ermittelt wird. Erfindungsgemäss wird zur Festlegung des Umschaltzeitpunktes von der Einspeicherphase auf die Entladephase ein relativer Stickoxid-Schlupf ermittelt dergestalt, dass der Stickoxid-Massenstrom vor dem Speicherkatalysator und der Stickoxid-Massenstrom nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator jeweils über den Zeitraum einer Magerphase aufintegriert werden und der Quotient der Integralwerte in eine Relativbeziehung mit einem vorgebbaren, von einem Abgasgrenzwert ableitbaren, Stickoxid-Konvertierungsgrad gebracht werden dergestalt, dass beim Vorliegen dieser vorgegebenen Umschaltbedingung das Umschalten von der Einspeicherphase auf die Entladephase zum Umschaltzeitpunkt durchgeführt wird.

## Beschreibung

5

Verfahren zum Betreiben eines Stickoxid-Speicherkatalysators einer  
Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeuges

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Stickoxid-Speicherkatalysators einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeuges nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

15 In der heutigen Fahrzeugtechnik werden Ottomotoren als Brennkraftmaschinen mit einer Benzin-Direkteinspritzung anstatt einer konventionellen Saugrohrinspritzung bevorzugt, da derartige Brennkraftmaschinen gegenüber den herkömmlichen Ottomotoren deutlich mehr Dynamik aufweisen, bezüglich Drehmoment und Leistung besser sind und gleichzeitig eine Verbrauchssenkung

20 um bis zu 15 % ermöglichen. Möglich macht dies vor allem eine sogenannte Schichtladung im Teillastbereich, bei der nur im Bereich der Zündkerze ein zündfähiges Gemisch benötigt wird, während der übrige Brennraum mit Luft befüllt wird. Dadurch kann der Motor entdrosselt gefahren werden, was zu re-

25 duzierten Ladungswechseln führt. Zusätzlich profitiert der Benzin-Direkteinspritzer von den reduzierten Wärmeverlusten, da die Luftschichten um die Gemischwolke herum zum Zylinder und zum Zylinderkopf hin isolieren. Da herkömmliche Brennkraftmaschinen, die nach dem Saugrohrprinzip arbeiten bei einem derartigen hohen Luftüberschuss, wie er bei der Benzin-Direkteinspritzung vorliegt, nicht mehr zündfähig sind, wird bei diesem Schichtlademodus

30 das Kraftstoff-Gemisch um die zentral im Brennraum positionierte Zündkerze konzentriert, während sich in den Randbereichen des Brennraums reine Luft

befindet. Um das Kraftstoff-Gemisch um die zentral im Brennraum positionierte Zündkerze herum zentrieren zu können, ist eine gezielte Luftströmung im Brennraum erforderlich, eine sogenannte Tumbleströmung. Dazu wird im Brennraum eine intensive, walzenförmige Strömung ausgebildet und der Kraftstoff erst im letzten Drittel der Kolbenaufwärtsbewegung eingespritzt. Durch die Kombination von gezielter Luftströmung und spezieller Geometrie des Kolbens, der z. B. über eine ausgeprägte Kraftstoff- und Strömungsmulde verfügt, wird der besonders fein zerstäubte Kraftstoff in einem sogenannten „Gemischballen“ optimal um die Zündkerze konzentriert und sicher entflammt. Für die jeweils optimale Anpassung der Einspritzparameter (Einspritzzeitpunkt, Kraftstoffdruck) sorgt die Motorsteuerung.

Derartige Brennkraftmaschinen können daher entsprechend lange im Magerbetrieb betrieben werden, was sich, wie dies oben bereits dargelegt worden ist, positiv auf den Kraftstoffverbrauch insgesamt auswirkt. Dieser Magerbetrieb bringt jedoch den Nachteil mit sich, dass die Stickoxide (NO<sub>x</sub>) im mageren Abgas vom 3-Wege-Kat nicht reduziert werden können. Um die Stickoxid-Emissionen im Rahmen vorgeschriebener Grenzen, z. B. des Euro-IV-Grenzwertes zu halten, werden in Verbindung mit derartigen Brennkraftmaschinen regelmäßig Stickoxid-Speicherkatalysatoren eingesetzt. Diese Stickoxid-Speicherkatalysatoren werden so betrieben, dass die von der Brennkraftmaschine erzeugten Stickoxide in einer ersten Betriebsphase als Magerbetriebsphase in den Stickoxid-Speicherkatalysator eingespeichert werden. Diese erste Betriebsphase oder Magerbetriebsphase des Stickoxid-Speicherkatalysators wird auch als Einspeicherphase bezeichnet. Mit zunehmender Dauer der Einspeicherphase nimmt der Wirkungsgrad des Stickoxid-Speicherkatalysators ab, was zu einem Anstieg der Stickoxid-Emissionen hinter dem Stickoxid-Speicherkatalysator führt. Die Ursache für die Abnahme des Wirkungsgrades liegt in der Zunahme des Stickoxid-Füllstandes des Stickoxid-Speicherkatalysators. Der Anstieg der Stickoxid-Emissionen hinter dem Stickoxid-Speicherkatalysator kann überwacht und nach Überschreiten eines vorgebbaren Schwellenwertes eine

zweite Betriebsphase des Stickoxid-Speicherkatalysators, eine sogenannte Ausspeicherphase oder Entladephase, eingeleitet werden. Während dieser zweiten Betriebsphase wird dem Abgas der Brennkraftmaschine ein Reduktionsmittel hinzugegeben, das eingespeicherte Stickoxide zu Stickstoff und Sauerstoff reduziert. Als Reduktionsmittel werden regelmäßig Kohlenwasserstoffe (HC) und/oder Kohlenmonoxid (CO) verwendet, die im Abgas einfachst durch eine fette Einstellung des Kraftstoff-/Luftgemisches erzeugt werden können. Gegen Ende der Entladephase ist ein Großteil des eingespeicherten Stickoxids reduziert und immer weniger des Reduktionsmittels trifft auf Stickoxid, das es zu Sauerstoff und Stickstoff reduzieren kann. Deshalb steigt gegen Ende der Entladephase der Anteil an Reduktionsmittel in dem Abgas hinter dem Stickoxid-Speicherkatalysator an. Durch eine entsprechende Analyse des Abgases hinter dem Stickoxid-Speicherkatalysator mittels z. B. einem Sauerstoff-Sensor kann dann das Ende der Entladephase eingeleitet werden und wieder auf die Magerbetriebsphase umgeschaltet werden. Bei den bekannten Stickoxid-Speicherkatalysatoren wird dieses Umschalten in zeitlichen Abständen von z. B. 30 bis 60 Sekunden durchgeführt, wobei die Regeneration, d. h. die Entladephase, ca. 2 bis 4 Sekunden dauert.

Zur Ermittlung eines Gütefaktors zur Bewertung der Speicherfähigkeit eines Stickoxid-Speicherkatalysators ist aus der WO 02/14658A1 ein Verfahren bekannt, bei dem während einer Einspeicherphase ein Stickoxid-Rohmassenstrom vor dem Stickoxid-Speicherkatalysator und ein Stickoxid-Massenstrom hinter dem Stickoxid-Speicherkatalysator ermittelt wird und der Zustand des Stickoxid-Speicherkatalysators aus den beiden ermittelten Werten für den Stickoxid-Rohmassenstrom vor und den Stickoxid-Massenstrom hinter dem Stickoxid-Speicherkatalysator bestimmt wird. Dazu werden die beiden ermittelten Werte für den Stickoxid-Rohmassenstrom vor und für den Stickoxid-Massenstrom hinter dem Stickoxid-Speicherkatalysator jeweils über eine vorgegebene Zeitdauer aufintegriert und der Zustand des Stickoxid-Speicherkatalysators durch den Quotienten aus den aufintegrierten Werten für den Stick-

oxid-Rohmassenstrom vor und den Stickoxid-Massenstrom hinter dem Stickoxid-Speicher­katalysator bestimmt. Hierdurch wird somit der Gütefaktor erhalten, der eine Aussage über die Speicherfähigkeit des Stickoxid-Speicher­katalysators ermöglicht, und zwar im Hinblick auf eine Katalysatoralterung durch  
5 eine Schwefelvergiftung bzw. eine thermische Schädigung oder ein alterungsbedingtes Nachlassen der Speicherfähigkeit. Insbesondere soll dadurch der Vergiftungsgrad des Katalysators mit Schwefel ermittelt werden und so der Schwefelgehalt in dem Steuergerät der Brennkraftmaschine korrigiert werden, um eine Schwefelregenerierung zu optimieren. Denn der in den Kraftstoffen  
10 enthaltene Schwefel führt zu einer Speicher­katalysator-Vergiftung, d. h. zu einer dauerhaften Einlagerung des Schwefels im Speicher­katalysator, die die Speicherkapazität für die Stickoxide reduziert. Im Stickoxid-Speicher­katalysator werden die Stickoxide in Form von Nitraten eingelagert, während der Schwefel in Form von Sulfaten eingelagert wird. Da die Sulfate chemisch sta-  
15 biler als die Nitrate sind, ist ein Sulfatzerfall bei der Stickoxid-Regeneration nicht möglich. Erst bei Katalysatortemperaturen oberhalb 650° C kann unter reduzierenden Bedingungen ein Schwefelaustrag erzielt werden. Derartige hohe Katalysator-Temperaturen werden insbesondere im Stadtverkehr jedoch regelmäßig nicht erreicht, so dass es vor allem im Stadtverkehr zu einer schlei-  
20 chenden Anlagerung von Schwefel im Stickoxid-Speicher­katalysator kommt, der zur Alterung des Stickoxid-Speicher­katalysators führt. Diese Alterung muss daher bei der Auslegung und beim Betreiben eines Stickoxid-Speicher­katalysators stets berücksichtigt werden, um sicherzustellen, dass die Katalysatoralterung über die vorgesehene Lebensdauer des Katalysators zur Einhaltung  
25 der vorgegebenen Abgasgrenzwerte im Hinblick auf die Stickoxidemissionen bei einem gealterten Stickoxid-Speicher­katalysator führt. Hierzu ist ein gattungsgemäßes Verfahren zum Betreiben eines Stickoxid-Speicher­katalysators einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs bereits allgemein bekannt, bei dem von der Brennkraftmaschine erzeugte Stickoxide in einer ersten Betriebsphase (Magerphase) als Einspeicherphase für eine bestimmte Einspeicherzeit  
30 in den Stickoxid-Speicher­katalysator eingespeichert werden, und bei dem nach

Ablauf der Einspeicherzeit zu einem bestimmten Umschaltzeitpunkt für eine bestimmte Entladezeit auf eine zweite Betriebsphase als Entladungsphase umgeschaltet wird, in der die während der Einspeicherzeit eingespeicherten Stickoxide aus dem Stickoxid-Speicherkatalysator ausgespeichert werden. Der Umschaltzeitpunkt in der Einspeicherphase wird in Abhängigkeit von einem Stickoxid-Schlupf als Differenz zwischen dem in den Stickoxid-Speicherkatalysator eingeströmten Stickoxid-Massenstrom und dem aus dem Stickoxid-Speicherkatalysator ausgeströmten Stickoxid-Massenstrom jeweils bezogen auf die Einspeicherzeit ermittelt.

Konkret ist hier, um den vorgegebenen Abgasgrenzwert über die gesamte Lebensdauer eines Stickoxid-Speicherkatalysators einhalten zu können, bei einer derartigen Betriebsweise die Anzahl der Entladungen so an die pro Be- und Entladezyklus ausgespeicherte Stickoxidmenge anzupassen, dass bei einer gegenüber einem neuen Stickoxid-Speicherkatalysator verringerten Speicherkapazität eines gealterten Stickoxid-Speicherkatalysators die während der Abgastest-Zeitspanne abgegebene Stickoxidmenge den vorgegebenen Abgasgrenzwert nicht überschreitet. Diese pro Beladezyklus vorgegebene Stickoxid-Abgabemenge für einen gealterten Speicherkatalysator ist eine absolute Größe und stellt den absoluten Stickoxid-Schlupf dar, d. h. dass sobald der Speicherkatalysator mit dieser Stickoxidmenge beladen ist, eine Entladung stattfindet. Dieser absolute Stickoxid-Schlupf als feststehender Wert gilt sowohl für den neuen als auch für den gealterten Stickoxid-Speicherkatalysator.

Da pro Entladung ein fettes Gemisch von Lambda größer 1 benötigt wird, steigt mit der zunehmenden Zahl der Entladungen im Laufe des Alterns eines Speicherkatalysators auch der Kraftstoffverbrauch gegenüber demjenigen eines neuen Speicherkatalysators.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Betrieb eines Stickoxid-Speicherkatalysators zur Verfügung zu stellen, mit dem der Kraftstoffverbrauch insbesondere für neue Speicherkatalysatoren reduziert werden kann.

- 5 Diese Aufgabe wird gelöst mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Gemäß Anspruch 1 wird zur Festlegung des Umschaltzeitpunktes von der Einspeicherphase auf die Entladephase ein relativer Stickoxid-Schlupf ermittelt dergestalt, dass der Stickoxid-Massenstrom vor dem Stickoxid-Speicherkatalysator und der Stickoxid-Massenstrom nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator  
10 jeweils über den Zeitraum einer Magerphase aufintegriert werden und der Quotient der Integralwerte in eine Relativbeziehung mit einem vorgebbaren, von einem Abgasgrenzwert ableitbaren Stickoxid-Konvertierungsgrad gebracht werden dergestalt, dass beim Vorliegen dieser vorgegebenen Umschaltbedin-  
15 gung das Umschalten von der Einspeicherphase auf die Entladephase zum hinsichtlich Kraftstoffverbrauch und Einspeicherpotential optimierten Umschaltzeitpunkt durchgeführt wird.

Vorteilhaft wird hier somit als Bezugsgröße für das Umschalten auf die in eine  
20 Relativbeziehung zueinander gebrachten Zeitintegrale der Stickoxidmenge vor und nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator in Verbindung mit einem vorgebbaren Konvertierungsgrad abgestellt. Das heißt, dass bei dieser Entladestrategie die Endrohremissionen bezüglich Stickoxid unabhängig vom Alterungszustand des Katalysators sind und des weiteren das Abgasergebnis auch unab-  
25 hängig von der Anzahl der Entladungen pro Zeiteinheit ist. Mit einer derartigen Betriebsweise kann vorteilhaft die jeweils im Katalysator vorhandene Einspeicherkapazität voll ausgenützt werden, was sich beim neuen bzw. neueren Katalysator in einem gegenüber einem gealterten Speicherkatalysator einem reduzierten Kraftstoffverbrauch niederschlägt, da der neue bzw. neuere Kata-  
30 lysator weniger oft entladen werden braucht als ein gealterter Katalysator, da der relative Schlupf, bei dem entladen werden soll, erst zu einem späteren



Zeitpunkt als dies beim gealterten Speicherkatalysator der Fall ist, erreicht wird. Beim gealterten Speicherkatalysator steigt bei der erfindungsgemäßen Betriebsweise nur die Anzahl der Entladungen, wobei diese jedoch unabhängig vom Abgasergebnis als solchem sind. Denn mit der erfindungsgemäßen Betriebsweise wird stets nur dann entladen, wenn dies erforderlich wird, um nicht den vorgegebenen Abgasgrenzwert pro Zeiteinheit zu überschreiten, da die aufintegrierten Stickoxid-Massenströme vor und nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator hier in Bezug zu dem für die Einhaltung eines Abgasgrenzwertes erforderlichen Konvertierungsgrad gesetzt werden. Im Gegensatz zur Betriebsweise gemäß dem Stand der Technik braucht aufgrund der Ausnutzung des vollen Einspeicherpotentials ein neuer Speicherkatalysator auf eine bestimmte Zeitdauer gesehen weniger oft entladen werden als dies beim neuen Speicherkatalysator gemäß dem Stand der Technik der Fall ist, bei dem das Einspeicherpotential eines neuen Speicherkatalysators nicht voll ausgenutzt werden kann. Denn bei der Betriebsweise gemäß dem Stand der Technik gilt die pro Entladung vorgegebene absolute Stickoxid-Schlupfmenge als fester Wert sowohl für den alten als auch für den neuen Speicherkatalysator, so dass auch der neue Speicherkatalysator beim Stand der Technik stets dann eine Entladung durchzuführen hat, wenn dieser von vorneherein festgelegte absolute Stickoxid-Schlupf erreicht ist, und dies obwohl hier der neue Stickoxid-Speicherkatalysator noch weiter Stickoxide einlagern könnte. Im Gegensatz dazu wird bei der erfindungsgemäßen Betriebsweise durch die Relativbeziehung stets das gesamte momentane Einspeicherpotential ausgenutzt, so dass gegenüber der Betriebsweise beim Stand der Technik insbesondere bezogen auf einen neuen bzw. neueren Speicherkatalysator eine erhebliche Kraftstoffeinsparung erzielt wird. Denn bei der Betriebsweise gemäß dem Stand der Technik wird, da beim neuen bzw. neueren Speicherkatalysator die Entladung bereits früher als erforderlich eingeleitet wird, auch ein fettes Gemisch früher als nötig zugegeben.

Gemäß einer besonders bevorzugten Verfahrensführung ist nach Anspruch 2 vorgesehen, dass der relative Schlupf der Quotient aus dem Integral über den Stickoxid-Massenstrom nach dem Stickoxid-Katalysator und aus dem Integral über dem Stickoxid-Massenstrom vor dem Stickoxid-Speicherkatalysator ist.

- 5 Dieser Quotient wird zur Ermittlung der Umschaltbedingung gleich einem vorgebbaren Umschaltsschwellwert K gesetzt, der auf den vorgebbaren Stickoxid-Konvertierungsgrad zurückgeht, so dass beim Erfüllen dieser Umschaltbedingung ein Umschalten von der Einspeicherphase am Ende der somit ermittelten Einspeicherzeit auf die Entladungsphase erfolgt. Beispielsweise genügt dieser
- 10 Umschaltsschwellwert K nach Anspruch 3 folgender Gleichung:

$$K = 1 - \text{vorgegebene Stickoxidkonvertierungsrate}$$

- Die vorgegebene Stickoxid-Konvertierungsrate ist dabei stets kleiner 1, beträgt
- 15 vorzugsweise jedoch wenigstens 0,8, höchst bevorzugt im Hinblick auf die Euro-IV-Abgasgrenzwertnorm jedoch in etwa 0,95.

- Nach Anspruch 4 wird der Stickoxid-Massenstrom vor dem Stickoxid-Speicherkatalysator modelliert. Grundsätzlich könnte dieser Stickoxid-Massenstrom vor
- 20 dem Stickoxid-Speicherkatalysator jedoch auch gemessen werden, z. B. mittels eines Stickoxid-Sensors. Ein derartiger Stickoxid-Sensor wird nach Anspruch 5 vorteilhaft jedoch nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator vorgesehen, um den Stickoxid-Massenstrom nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator zu messen. Insbesondere für die Zeiten, in denen der Stickoxid-Sensor nicht
- 25 betriebsbereit ist, kann der Stickoxid-Massenstrom nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator auch modelliert werden. Unter Modellierung wird dabei verstanden, dass der Stickoxid-Rohmassenstrom vor dem Stickoxid-Speicherkatalysator bzw. der Stickoxid-Massenstrom nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator einem Stickoxid-Einspeichermodell bzw. einem Stickoxid-Rohemissionsmodell entnommen werden. In den Modellen wird z. B. aus dem Betriebs-
- 30 punkt der Brennkraftmaschine beschreibenden Parametern, z. B. der zuge-

fürten Kraftstoffmasse oder Luftmasse, dem Drehmoment, etc., der Stickoxid-Rohmassenstrom modelliert. Ebenso kann der modellierte Stickoxid-Rohmassenstrom aber auch einer Kennlinie oder einem Kennfeld entnommen werden.

5    Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform nach Anspruch 6 wird ein mittels dem Stickoxid-Sensor nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator gemessenes Stickoxid-Massenstromsignal einer Steuer- und Regeleinrichtung zugeführt, in der der nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator gemessene Stickoxid-Massenstrom über die Zeit aufintegriert wird und der so ermittelte

10    Integralwert zusammen mit dem Integralwert des Stickoxid-Massenstroms vor dem Stickoxid-Speicherkatalysator in eine Beziehung mit dem vorgebbaren Stickoxid-Konvertierungsgrad gebracht wird zur Ermittlung des Umschaltzeitpunktes. Bei Vorliegen der Umschaltbedingung gibt dann die Steuerungs- und Regeleinrichtung ein Steuersignal ab, um das Umschalten des Stickoxid-Speicherkatalysators von der Einspeicherphase auf die Entladephase durchzuführen.

15    Die erfindungsgemäße Verfahrensführung bewirkt somit hier auch einen besonders günstigen bauteiltechnischen Aufwand, da keine zusätzlichen Bauteile erforderlich sind, sondern die ohnehin vorhandenen Bestandteile zur erfindungsgemäßen Betriebsweise benützt werden können.

20    Die Steuer- und Regeleinrichtung wird gemäß Anspruch 7 separat beansprucht. Die sich hierdurch ergebenden Vorteile wurden bereits in Verbindung mit der Verfahrensführung näher erläutert, so dass hier nicht mehr näher darauf eingegangen wird.

25    Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm der Stickoxidmenge über der Zeit für einen neuen Stickoxid-Speicher-katalysator,

5 Fig. 2 ein schematisches Diagramm der Stickoxidmenge über der Zeit für einen gealterten Stickoxid-Speicher-katalysator,

Fig. 3 eine schematische vergleichende Darstellung der Entladezyklen eines neuen und gealterten Stickoxid-Speicher-katalysators,

10 Fig. 4 ein schematisches Diagramm des Verbrauchs über den Emissionen mit Applikationslinien für einen neuen und einen alten Stickoxid-Speicher-katalysator im Vergleich, und

15 Fig. 5 eine schematische Darstellung der Stickoxidmenge über der Zeit für eine Betriebsweise gemäß dem Stand der Technik.

In Fig. 5 ist eine schematische Darstellung der Stickoxidmenge über der Zeit für eine Betriebsweise eines Stickoxid-Speicher-katalysators gemäß dem Stand der Technik dargestellt. So ist hier im linken Teil des Diagramms bezogen auf  
20 den fest vorgegebenen absoluten Stickoxid-Schlupf die maximale Einspeicherzeit dargestellt, und zwar mit durchgezogenen Linien für den neuen Speicher-katalysator und strichliert für den gealterten Speicher-katalysator. Rein schematisch ist hier dargestellt, dass die Anzahl der Entladungen beim gealterten Speicher-katalysator höher ist, so dass, da jedes Mal in etwa eine gleiche Men-  
25 ge an Stickoxiden pro Zeiteinheit eingespeichert ist, während einer bestimmten Zeitspanne beim gealterten Stickoxidkatalysator eine höhere Stickoxidmenge abgegeben wird als dies während der gleichen Zeitspanne beim neuen Speicher-katalysator der Fall ist. Dies führt dazu, dass hier die Anzahl der Entladungen pro Zeitspanne direkt in das Abgasergebnis mit eingeht und somit in Be-  
30 zug auf die Einhaltung der Abgasgrenzwerte pro vorgegebener Abgasgrenzwert-Zeiteinheit auf die Anzahl der möglichen Entladungen eines gealterten

Speicherkatalysators am Ende dessen Lebensdauer abzustellen ist und daher der fest vorgegebene absolute Schlupfwert entsprechend reduziert werden muss, um die Abgasnorm zu erfüllen. Dies ist im rechten Teil des Diagramms schematisch dargestellt und führt somit dazu, dass das Einspeicherpotenzial des neuen Speicherkatalysators nicht ausgenutzt wird. Da nun aber bei dieser Betriebsweise – auf Grund des fest vorgegebenen absoluten Schlupfes - beim neuen Speicherkatalysator die Entladung bereits früher als eigentlich nötig eingeleitet wird, wirkt sich dies beim neuen Speicherkatalysator nachteilig auf den Kraftstoffverbrauch aus, da ein fetteres Gemisch früher als nötig zugegeben wird. Das heißt, dass bezogen auf eine bestimmte Zeitspanne eigentlich mehr fettes Gemisch zugegeben wird als die während dieser Zeitspanne erforderlich gewesen wäre, wenn die eigentlich vorhandene Speicherkapazität eines neuen bzw. neueren Speicherkatalysators vollständig ausgenutzt worden wäre.

In den Fig. 1 und 2 ist lediglich zur Veranschaulichung des Prinzips der erfindungsgemäßen Verfahrensweise schematisch und beispielhaft jeweils die Stickoxidgegenstandmenge über der Zeit aufgetragen, wobei die Stickoxidgegenstandmenge aufsummiert dargestellt ist. Ausgehend von einer lediglich zur einfacheren Veranschaulichung angenommenen konstanten Anlieferung einer konstanten Stickoxidgegenstandmenge über der Zeit ergibt das Integral über den Stickoxid-Massenstrom vor dem Stickoxid-Speicherkatalysator über die betrachtete Zeitspanne einen linearen Anstieg, wie dies in den Fig. 1 und 2 schematisch dargestellt ist. Bei einem neuen Stickoxid-Speicherkatalysator ist noch die volle Speicherkapazität vorhanden, d. h., es hat noch z. B. keine Vergiftung durch Schwefel stattgefunden, so dass für eine Einspeicherzeit  $t_1$  so lange Stickoxide in den Stickoxid-Speicherkatalysator eingelagert werden, bis der Quotient aus dem Integral über den Stickoxid-Massenstrom nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator und aus dem Integral über den Stickoxid-Massenstrom vor dem Stickoxid-Speicherkatalysator gleich einem vorgegebenen, von einem Abgasgrenzwert abgeleiteten Umschaltenschwellwert  $K$  ist, der auf einen vorgegebenen, von einem Abgasgrenzwert abgeleiteten Stickoxid-Konvertierungsgrad zurückgeht,

so dass beim Erfüllen dieser Umschaltbedingung nach Ablauf der Einspeicherzeit  $t_1$  ein Umschalten auf eine hier nicht mehr dargestellte Entladungsphase erfolgt, in der fettes Gemisch zum Ausspeichern der Stickoxide zugeführt wird. Beispielsweise beträgt der Umschaltsschwellwert  $K$  bei einer vorgegebenen Stickoxid-Konvertierungsrate von 95 %, d. h. von 0,95, dann 0,05 bezogen auf 1 (= 100 %) als Bezugsgröße. Dies bedeutet, dass im vorliegenden Fall eines neuen Stickoxid-Speicherkatalysators dann die Entladungsphase eingeleitet wird, wenn der Quotient aus den beiden oben angegebenen Integralen gleich 0,05 oder 5 % ist.

10

In der Fig. 2 ist nun im wesentlichen dasselbe für einen gealterten Stickoxid-Speicherkatalysator dargestellt, d. h. bei einem Stickoxid-Speicherkatalysator der z. B. bereits stark mit Schwefel vergiftet ist. Wie dies aus der lediglich schematisch und beispielhaften Darstellung der Fig. 2 ersichtlich wird, sind bei einem derartigen gealterten Stickoxid-Speicherkatalysator innerhalb der gleichen betrachteten Zeitspanne  $t_1$  z. B. lediglich zwei Entladungen erforderlich, und zwar einmal nach einer Zeit  $t_2$ , die vor der Zeit  $t_1$  liegt, und dann wiederum zum Zeitpunkt  $t_1$ , der dem Zeitpunkt  $t_1$  der Fig. 1 entspricht. Durch den relativen Schlupf als Quotienten aus dem Integral über den Stickoxid-Massenstrom nach und vor dem Stickoxid-Speicherkatalysator und dessen in Beziehung setzen mit einem vorgegebenen, von einem Abgasgrenzwert ableitbaren Stickoxid-Konvertierungsgrad wird erreicht, dass zum Umschaltzeitpunkt, zu dem die Umschaltbedingung erfüllt ist, der Quotient der Integralwerte  $X_2$  und  $X_3$  zum Zeitpunkt  $t_2$  und der Quotient der Integralwerte  $X_1$  und  $X_0$  zum Zeitpunkt  $t_1$  sowie auch der Quotient aus der Differenz der Integralwerte  $X_1 - X_2$  und  $X_0 - X_3$  zum Zeitpunkt  $t_1$  stets gleich dem vorgegebenen Umschaltsschwellwert  $K$  ist. Ebenso entspricht der Quotient der Integralwerte  $X_1$  und  $X_0$  zum Zeitpunkt  $t_1$  (Umschaltzeitpunkt) der Fig. 1, d. h. beim neuwertigen Stickoxid-Speicherkatalysator diesem Umschaltsschwellwert  $K$ , so dass durch die erfindungsgemäße Bezugnahme auf den Stickoxid-Konvertierungsgrad stets sichergestellt ist, dass eine Entladung dann stattfindet, wenn dies zur Erfüllung der auf einen

bestimmten Abgasgrenzwert zurückgehenden Konvertierungsgrad erforderlich ist. D. h., dass die jeweils im Stickoxid-Speicherkatalysator vorhandene Einspeicherungskapazität entsprechend dem Alterungszustand des Stickoxid-Speicherkatalysators voll ausgenutzt werden kann.

5

Wie dies insbesondere aus der Fig. 3 hervorgeht, wird durch die erfindungsgemäße Verfahrensweise erreicht, dass der Abgasgrenzwert stets eingehalten wird, da die Anzahl der Entladungen zwar mit zunehmender Alterung des Katalysators ansteigt, diese jedoch keinerlei Einfluss auf die Abgasmengen als solche hat, da die Anzahl der Entladungen zu jedem Alterungszeitpunkt so optimal an die erforderliche Konvertierungsrate und damit den vorgegebenen Abgasgrenzwert angepasst wird, dass dieser Abgasgrenzwert und damit die erforderliche Konvertierungsrate pro Abgasgrenzwert-Zeitspanne nicht überschritten wird. So entspricht die in der Fig. 3 auf der oberen Abszisse pro Entladevorgang abgegebene und schraffiert dargestellte Abgasmenge als Summe der Abgasmengen  $A_1, A_2, A_3, A_4$  und  $A_5$ , wobei hier für den Sonderfall Konstantbetriebspunkt der Brennkraftmaschine  $A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = A_5$  ist, genau der auf der unteren Abszisse dargestellten Abgasmenge als Summe der Flächen  $a_1$  bis  $a_{10}$ , wobei auch hier für den Sonderfall Konstantbetriebspunkt der Brennkraftmaschine  $a_1 = a_2 = a_3 = \dots = a_{10}$  ist. Zudem ist hier die Summe der Flächenintegrale der Nach-Katemissionen beim neuen und beim gealterten Speicherkatalysator nahezu gleich.

15

20

25

Das heißt, dass über die gleiche Zeitspanne betrachtet beim gealterten Stickoxid-Speicherkatalysator nur die Zahl der Entladungen steigt, nicht jedoch die während dieser Zeitspanne abgegebene Stickoxidmenge, so dass ein vorgegebener Emissionsgrenzwert als Abgasgrenzwert dadurch stets eingehalten werden kann.

30

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Verfahrensweise zeigt sich auch in der Fig. 4 dargestellten Diagramm des Kraftstoffverbrauchs über den Emissionen.

In diesem Diagramm ist einmal die Betriebslinie als Applikationslinie  $B_{\text{neu}}$  für einen neuen Stickoxid-Speicherkatalysator und eine Betriebslinie als Applikationslinie  $B_{\text{alt}}$  für einen gealterten Stickoxid-Speicherkatalysator dargestellt. Dieses Diagramm zeigt, dass bei der erfindungsgemäßen Verfahrensführung der Stickoxid-Speicherkatalysator, wie dies in der Fig. 4 durch Bezugszeichen 1  
5 gezeigt ist, mit niedrigem Verbrauch ohne ein Vorhalten der Katalysatoralterung, wie dies bei der Verfahrensführung gemäß dem gattungsgemäßen Stand der Technik der Fall ist und dies in der Fig. 4 mit 1' und strichliert eingezeichnet ist, möglich ist, so dass im Verlauf der Katalysatoralterung durch die gesteigerte Anzahl der Entladungen zwar der Verbrauch ansteigt, jedoch keine  
10 Überschreitung der Emissionsgrenze erfolgt. Im Gegensatz zur Betriebsweise gemäß dem Stand der Technik ist hier zwar bei der erfindungsgemäßen Betriebsweise das Abgasergebnis beim neuen Speicherkatalysator „schlechter“, liegt jedoch dauerhaft unter dem vorgeschriebenen Abgasgrenzwert. Das  
15 heißt, dass mit der erfindungsgemäßen Betriebsweise eine stets optimierte Betriebsweise möglich ist, ohne dass ein unnötiges Vorhalten beim neuen Speicherkatalysator stattfindet.



Ansprüche

5

1. Verfahren zum Betreiben eines Stickoxid-Speicherkatalysators einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeuges,

10

bei dem von der Brennkraftmaschine erzeugte Stickoxide in einer ersten Betriebsphase (Magerphase) als Einspeicherphase für eine bestimmte Einspeicherzeit in den Stickoxid-Speicherkatalysator eingespeichert werden, und

15

bei dem nach Ablauf der Einspeicherzeit zu einem bestimmten Umschaltzeitpunkt für eine bestimmte Entladezeit auf eine zweite Betriebsphase als Entladungsphase umgeschaltet wird, in der die während der Einspeicherzeit eingespeicherten Stickoxide aus dem Stickoxid-Speicherkatalysator ausgespeichert werden,

20

wobei der Umschaltzeitpunkt in der Einspeicherphase in Abhängigkeit von einem Stickoxid-Schlupf als Differenz zwischen dem in den Stickoxid-Speicherkatalysator eingeströmten Stickoxid-Massenstrom und dem aus dem Stickoxid-Speicherkatalysator ausgeströmten Stickoxid-Massenstrom jeweils bezogen auf die Einspeicherzeit ermittelt wird,

25

dadurch gekennzeichnet,

30

dass zur Festlegung des Umschaltzeitpunktes von der Einspeicherphase auf die Entladephase ein relativer Stickoxid-Schlupf ermittelt wird dergestalt,

dass der Stickoxid-Massenstrom vor dem Stickoxid-Speicherkatalysator und der Stickoxid-Massenstrom nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator jeweils über den Zeitraum einer Magerphase aufintegriert werden und der Quotient der Integralwerte in eine Relativbeziehung mit einem vorgebbaren, von einem Abgasgrenzwert abgeleiteten Stickoxid-Konvertierungsgrad gebracht werden dergestalt, dass beim Vorliegen dieser vorgegebenen Umschaltbedingung das Umschalten von der Einspeicherphase auf die Entladephase zum hinsichtlich Kraftstoffverbrauch und Einspeicherpotential optimierten Umschaltzeitpunkt durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

dass der relative Schlupf der Quotient aus dem Integral über den Stickoxid-Massenstrom nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator und aus dem Integral über den Stickoxid-Massenstrom vor dem Stickoxid-Speicherkatalysator ist, und

dass dieser Quotient zur Ermittlung der Umschaltbedingung gleich einem vorgebbaren Umschaltsschwellwert K gesetzt wird, der auf den vorgebbaren Stickoxid-Konvertierungsgrad zurückgeht, so dass beim Erfüllen dieser Umschaltbedingung ein Umschalten von der Einspeicherphase am Ende der somit ermittelten Einspeicherzeit auf die Entladungsphase erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Umschaltsschwellwert K folgender Gleichung genügt:

$$K = 1 - \text{vorgegebene Stickoxidkonvertierungsrate}$$

mit einer vorgegebenen Stickoxid-Konvertierungsrate von kleiner 1, vorzugsweise mit einer vorgegebenen Stickoxid-Konvertierungsrate von we-

nigstens 0,80, höchst bevorzugt von 0,95.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Stickoxid-Massenstrom vor dem Stickoxid-Speicherkatalysator modelliert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Stickoxid-Massenstrom nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator mittels einem Stickoxid-Sensor gemessen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein mittels dem Stickoxid-Sensor nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator gemessenes Stickoxid-Massenstromsignal einer Steuer- und Regeleinrichtung zugeführt wird, in der der nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator gemessene Stickoxid-Massenstrom über die Zeit aufintegriert wird und der so ermittelte Integralwert zusammen mit dem Integralwert des Stickoxid-Massenstroms vor dem Stickoxid-Speicherkatalysator in eine Beziehung mit dem vorgebbaren Stickoxid-Konvertierungsgrad gebracht wird zur Ermittlung des Umschaltzeitpunktes, wobei die Steuer- und Regeleinrichtung bei Vorliegen der Umschaltbedingung ein Steuersignal abgibt zum Umschalten des Stickoxid-Speicherkatalysators von der Einspeicherphase auf die Entladephase.
7. Steuer- und Regeleinrichtung insbesondere zur Verwendung in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, die die Einspeicherung von der Brennkraftmaschine erzeugter Stickoxide in einer ersten Betriebsphase (Magerphase) als Einspeicherphase für eine bestimmte Einspeicherzeit in den Stickoxid-Speicherkatalysator steuert, und die nach Ablauf der Einspeicherzeit zu einem bestimmten Umschaltzeitpunkt für eine bestimmte Entladezeit den Stickoxid-Speicherkatalysator

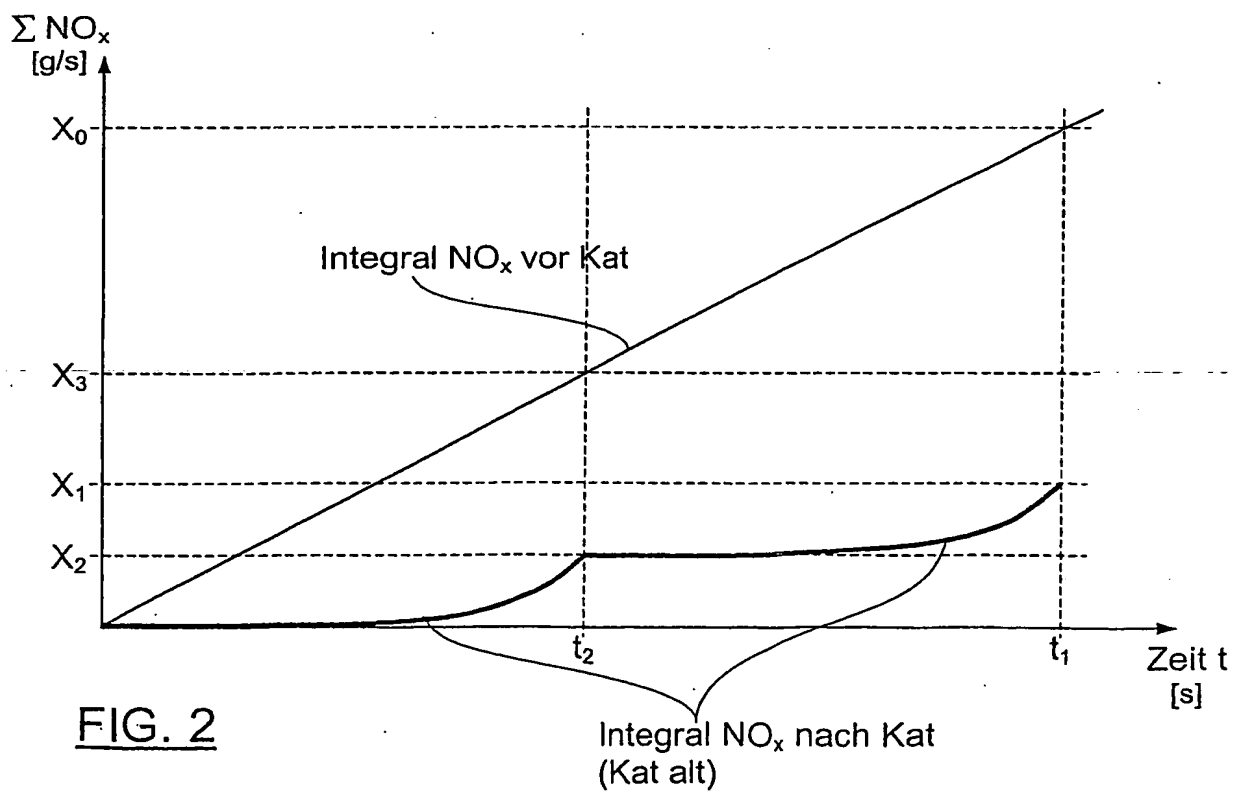
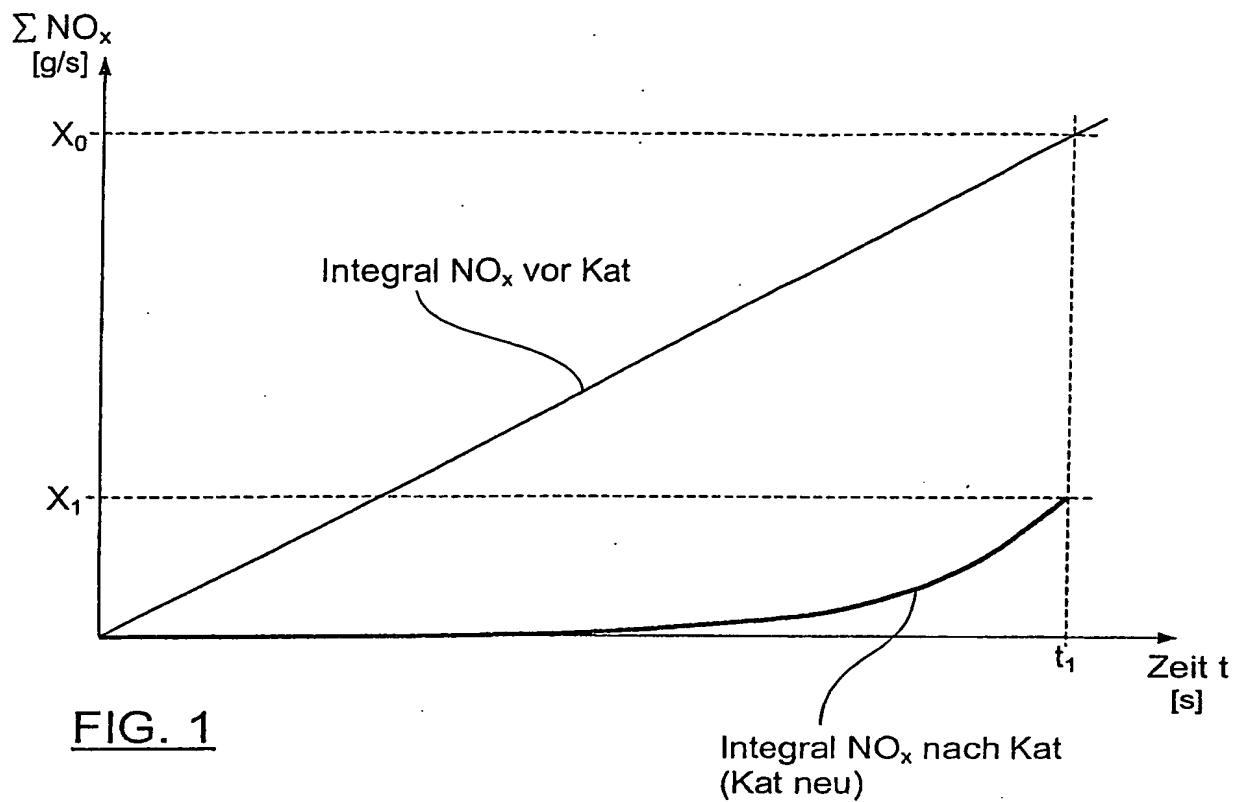
auf eine zweite Betriebsphase als Entladungsphase umschaltet zur Aus-  
speicherung der während der Einspeicherzeit eingespeicherten Stickoxide  
aus dem Stickoxid-Speicherkatalysator, wobei die Steuer- und Regelein-  
richtung den Umschaltzeitpunkt in der Einspeicherphase in Abhängigkeit  
5 von einem Stickoxid-Schlupf als Differenz zwischen dem in den Stickoxid-  
Speicherkatalysator eingeströmten Stickoxid-Massenstrom und dem aus  
dem Stickoxid-Speicherkatalysator ausgeströmten Stickoxid-Massenstrom  
jeweils bezogen auf die Einspeicherzeit ermittelt,

10 dadurch gekennzeichnet,

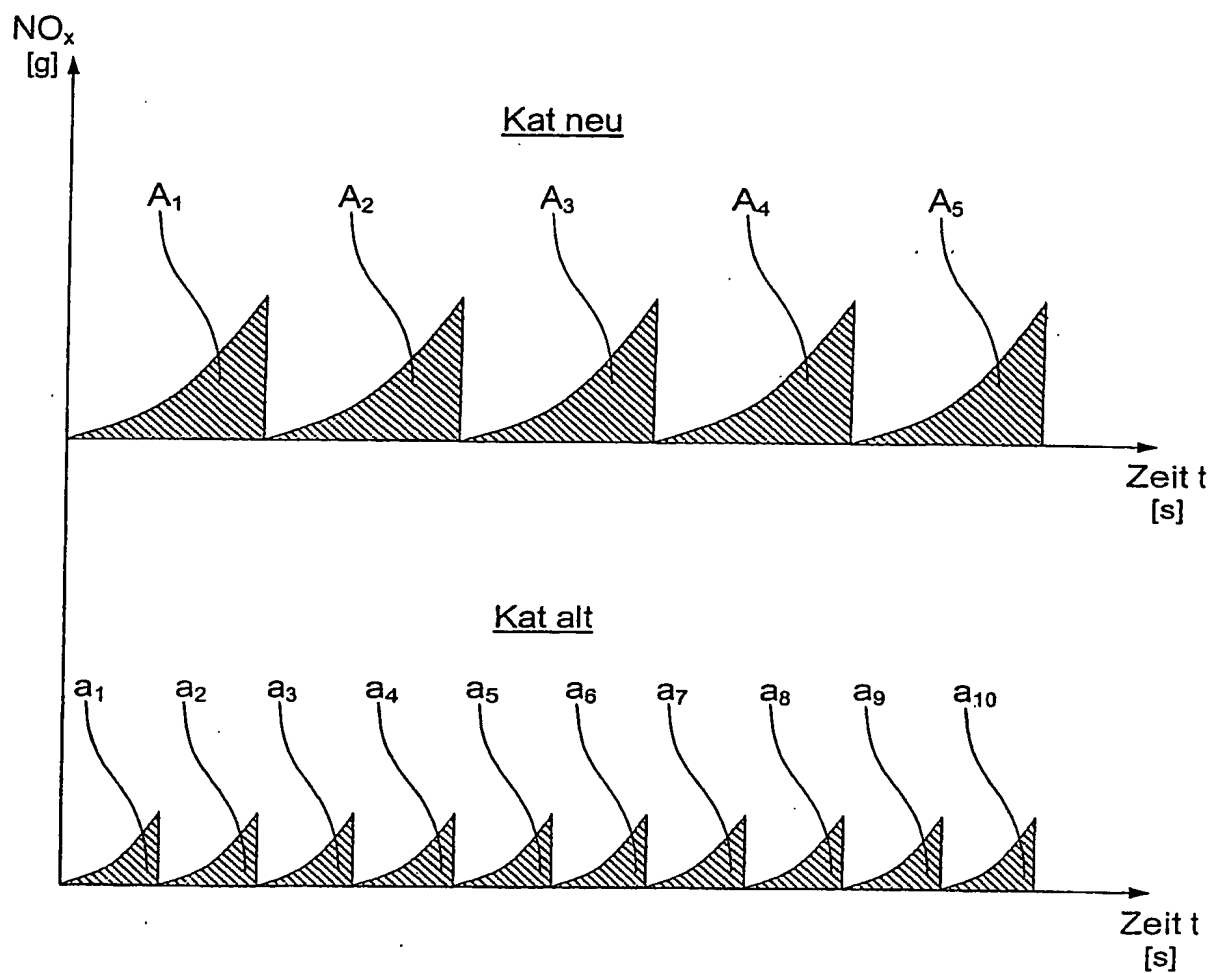
dass der Steuer- und Regeleinrichtung ein mittels einem Sensor, vor-  
zugsweise einem Stickoxid-Sensor nach einem Stickoxid-Speicherkataly-  
sator gemessenes Stickoxid-Massenstromsignal zuführbar ist zur Aufin-  
15 tegration des nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator gemessenen Stick-  
oxid-Massenstroms über die Zeit, und,

dass der Quotient der Integralwerte des Stickoxid-Massenstroms vor und  
nach dem Stickoxid-Speicherkatalysator von der Steuer- und Regelein-  
20 richtung in eine Relativbeziehung mit einem vorgebbaren, von einem Ab-  
gasgrenzwert abgeleiteten Stickoxid-Konvertierungsgrad bringbar ist zur  
Ermittlung des hinsichtlich Kraftstoffverbrauch und Einspeicherpotential  
optimierten Umschaltzeitpunktes, wobei die Steuer- und Regeleinrichtung  
bei Vorliegen dieser vorgegebenen Umschaltbedingung ein Steuersignal  
25 abgibt zum Umschalten des Stickoxid-Speicherkatalysators von der Ein-  
speicherphase auf die Entladephase.

1 / 3



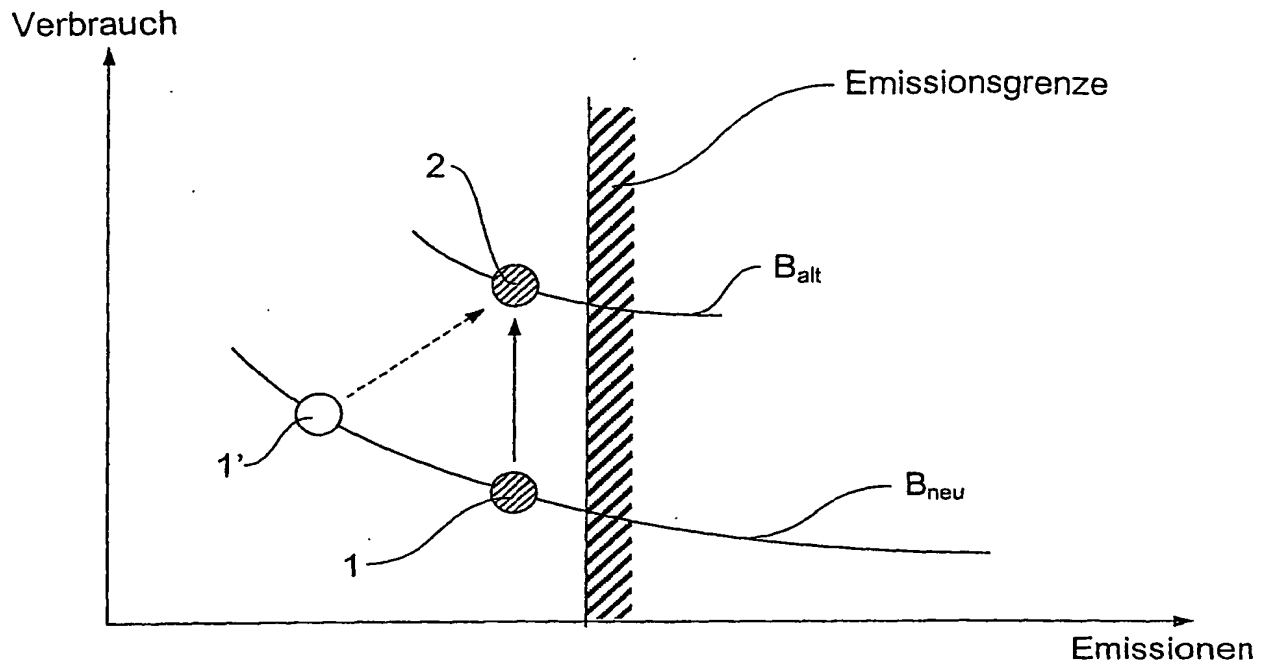
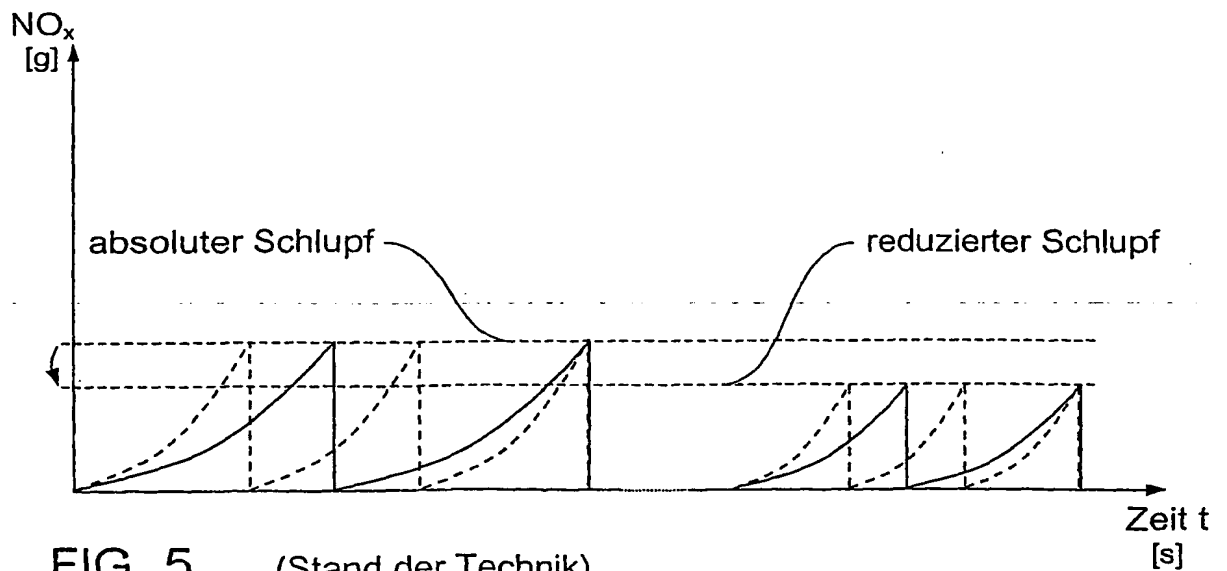
1997-1998 17 005

FIG. 3

JG20 Recd. AG/PTO 17 JUN 2005



3 / 3

FIG. 4FIG. 5 (Stand der Technik)

JC20 Rec'd PCT/PTO 17 JUN 2005

## Zusammenfassung

5     Verfahren zum Betreiben eines Stickoxid-Speicherkatalysators einer  
          Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeuges

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Stickoxid-Speicher-  
katalysators einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeuges,  
10    bei dem von der Brennkraftmaschine erzeugte Stickoxide in einer ersten Be-  
triebsphase (Magerphase) als Einspeicherphase für eine bestimmte Einspei-  
cherzeit in den Speicherkatalysator eingespeichert werden, und bei dem nach  
Ablauf der Einspeicherzeit zu einem bestimmten Umschaltzeitpunkt für eine  
bestimmte Entladezeit auf eine zweite Betriebsphase als Entladungsphase  
15    umgeschaltet wird, in der die während der Einspeicherzeit eingespeicherten  
Stickoxide aus dem Speicherkatalysator ausgespeichert werden, wobei der  
Umschaltzeitpunkt in der Einspeicherphase in Abhängigkeit von einem Stick-  
oxid-Schlupf als Differenz zwischen dem in den Speicherkatalysator einge-  
strömten Stickoxid-Massenstrom und dem aus dem Stickoxid-Speicherkataly-  
20    sator ausgeströmten Stickoxid-Massenstrom jeweils bezogen auf die Einspei-  
cherzeit ermittelt wird. Erfindungsgemäß wird zur Festlegung des Umschalt-  
zeitpunktes von der Einspeicherphase auf die Entladephase ein relativer Stick-  
oxid-Schlupf ermittelt dergestalt, dass der Stickoxid-Massenstrom vor dem  
Speicherkatalysator und der Stickoxid-Massenstrom nach dem Stickoxid-Spei-  
25    cherkatalysator jeweils über den Zeitraum einer Magerphase aufintegriert wer-  
den und der Quotient der Integralwerte in eine Relativbeziehung mit einem  
vorgebbaren, von einem Abgasgrenzwert ableitbaren, Stickoxid-Konvertie-  
rungsgrad gebracht werden dergestalt, dass beim Vorliegen dieser vorgegebe-  
nen Umschaltbedingung das Umschalten von der Einspeicherphase auf die  
30    Entladephase zum Umschaltzeitpunkt durchgeführt wird. Dadurch kann der  
Kraftstoffverbrauch insbesondere bei einem neuen Speicherkatalysator unter  
Ausnutzung des vollen Einspeicherpotentials reduziert werden.

Fig. 3



11



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 03/09845

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02D41/02 F01N3/08 F01N11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02D F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A          | DE 100 03 612 A (VOLKSWAGENWERK AG)<br>2 August 2001 (2001-08-02)<br>page 3, line 38 -page 4, line 59; figures<br>---   | 1,7                   |
| A          | WO 02 14658 A (BOSCH GMBH ROBERT ;WINKLER<br>KLAUS (DE); SCHNAIBEL EBERHARD (DE))<br>21 February 2002 (2002-02-21)<br>cited in the application<br>page 13, line 5 -page 16, line 34; figures<br>--- | 1,7                   |
| A          | EP 1 167 712 A (MAZDA MOTOR)<br>2 January 2002 (2002-01-02)<br>abstract; figures<br>---   | 1,7                   |
| A          | EP 0 997 617 A (FORD GLOBAL TECH INC)<br>3 May 2000 (2000-05-03)<br>---   |                       |
|            | ---<br>-/--   |                       |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 January 2004

Date of mailing of the international search report

19/01/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sideris, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/09845

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A          | EP 1 061 245 A (NISSAN MOTOR)<br>20 December 2000 (2000-12-20)<br>-----            |                       |
| A          | EP 1 193 376 A (VOLKSWAGENWERK AG)<br>3 April 2002 (2002-04-03)<br>-----           |                       |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Publication No

PCT/EP 03/09845

| Patent document<br>cited in search report |   | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE 10003612                               | A | 02-08-2001          | DE 10003612 A1             | 02-08-2001          |
|   |   |                     | AU 2678601 A               | 07-08-2001          |
|   |   |                     | WO 0155566 A1              | 02-08-2001          |
|   |   |                     | EP 1254307 A1              | 06-11-2002          |
|   |   |                     | JP 2003524101 T            | 12-08-2003          |
| WO 0214658                                | A | 21-02-2002          | DE 10039709 A1             | 07-03-2002          |
|   |   |                     | WO 0214658 A1              | 21-02-2002          |
| EP 1167712                                | A | 02-01-2002          | JP 2002004843 A            | 09-01-2002          |
|   |   |                     | EP 1167712 A1              | 02-01-2002          |
|   |   |                     | US 2001055550 A1           | 27-12-2001          |
| EP 0997617                                | A | 03-05-2000          | EP 0997617 A1              | 03-05-2000          |
| EP 1061245                                | A | 20-12-2000          | JP 2000356124 A            | 26-12-2000          |
|   |   |                     | DE 60005251 D1             | 23-10-2003          |
|   |   |                     | EP 1061245 A2              | 20-12-2000          |
| EP 1193376                                | A | 03-04-2002          | DE 19850786 A1             | 17-02-2000          |
|   |   |                     | DE 59904651 D1             | 24-04-2003          |
|   |   |                     | WO 0008316 A2              | 17-02-2000          |
|   |   |                     | EP 1193376 A2              | 03-04-2002          |
|   |   |                     | EP 1102922 A2              | 30-05-2001          |



4 4 4 4



4 4 4 4

.

(

(